مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی دهم، بهار و تابستان ۱۳۸۷

سلیمان صادقی (نویسنده اصلی)
دکتر بهلول علیجانی
دکتر محمد سلیقه
دکترمجید حبیبی نوخندان
دکتر منیژه قهرودی تالی

تحلیل هم‌دیدی واچرخندها برخشکسالی‌های فراگیر خراسان

چکیده

خراسان دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است ، این خشکسالی حاصل کاهش غیر متعارف بارش سالیانه‌ی آن نسبت به میانگین دراز مدّت است. سه الگوی هم‌دیدی در وقوع خشکسالی‌های خراسان مؤثراند و از میان آن‌ها، واچرخندها، بیشترین سهم را در رخداد خشکسالی‌ها دارند. حدود ۶۱/۶ درصد از خشکسالی‌های فراگیر خراسان نتیجه‌ی فعّالیّت واچرخندها هستند. واچرخندها باعث نزولی شدن هوا و از بین رفتن یا کاهش عامل صعود توده‌های هوای مرطوب می‌شوند، لذا کاهش و بی نظمی بارش را فراهم می‌آورند که تبعات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی متعدّدی را ایجاد می‌نماید. نوشتار حاضر علل پیدایش خشکسالی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

کلید واژه‌ها: هم‌دیدی ، واچرخند ، بارش ، خشکسالی

درآمد:

خراسان در شمال شرق و شرق ایران بین مدار ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی واقع شده است. وسعت آن به ۵/ ۳۱۵۶۸۶ کیلومترمربع می‌رسد و به جهت موقعیّت خاصّ جغرافیایی و تعدّد ارتفاعات از تنوّع اقلیمی برخوردار است. متوسط بارش سالیانه‌ی آن ۲۰۰ میلی متر است (وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۸: ۸)؛ یعنی تنها یک چهارم

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۱۲   تاریخ تصویب:۸۷/۳/۲۵

بارش خشکی‌های زمین (۸۰۰میلی متر) و کمتر از یک پنجم بارش متوسط کره زمین (۱۱۳۳ میلی متر) را دریافت می‌دارد. (فرجزاده ، ۱۳۷۴ : ۶). بر اثر کاهش نزولات جوّی نزدیک به ۵۰ درصد از وسعت خراسان در قلمرو آب و هوای خشک قرار دارد. بارش خراسان از دو ویژگی برخوردار است ؛ ویژگی اوّل آن توزیع مکانی بارش است که در خراسان به طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد. به عنوان مثال میزان بارش در بجنورد ۲۷۰ میلی متر (صادقی ، ۱۳۷۳ : ۳۸) در مشهد ۲۵۶/۵ میلی متر و در بیرجند ۱۸۶ میلی متر است (احمدیان، ۱۳۷۴: ۳۴)

ویژگی دوم بارندگی خراسان توزیع زمانی نامناسب آن است، به گونه‌ای که نزدیک به ۸۰ درصد از بارش خراسان در دوره سرد، به ویژه زمستان، صورت می‌گیرد. در سایر ایام سال و بخصوص در تابستان که اوج نیاز به آب، هم در زمینه‌ی شرب و هم کشاورزی وجود دارد، باران نازل نمی شود و مشکل شدید آب پدید می‌آید. علاوه بر این، نوسان ماهانه و فصلی بارش خراسان سبب کاهش بارش‌های جوّی نسبت به میانگین دراز مدّت شده است.

خراسان پهناور بیش از شش میلیون تن جمعیّت دارد، که ۵۶ درصد آن در نقاط شهری و بقیه در نواحی روستایی به سر می‌برند. خراسان دارای شهرهای بسیاری است که بزرگترین و پرجمعیّت‌ترین آن مشهد است و در مقام دومین کلان شهر ایران از جمعیت ثابت بیش از ۲/۵ میلیون و جمعیت زایر بیش از ۱۲ میلیون تن در طیّ سال برخوردار است. طبعاً تأمین آب شرب و آب مورد نیاز بخش صنایع این شهر و سایر شهرهای خراسان نیاز به منابع آب زیر زمینی و سطحی دارد که هر دو متأثّر از شرایط جوّی و نزولات آن هستند. چنانچه نزولات جوّی به کمتر از میانگین درازمدّت برسد، واقعه‌ی خشکسالی اتفاق می‌افتد. همچنین بر اثر بهره برداری بیش از ظرفیّت منابع آب زیرزمینی و سطحی، به ویژه در نقاط شهری از جمله مشهد، سطح آب سفره‌های زیر زمینی دچار افت شده و این اتفاق خراسان و مشهد را در معرض خطر قرار داده است.

پیشینه‌ی تحقیق

یکی از دشمنان سرسخت بشر، خشکسالی است که از گذشته‌های دور او را مورد هجوم قرار داده است (لندسبرگ ، ۱۹۸۵ : ۵). اقلیم خراسان عمدتاً خشک و نیمه خشک است و در صورت کاهش نزولات جوّی

میزان محرومیّت‌ها و خرابی‌ها شدّت می‌یابد. در کتیبه‌ی بیستون، که از دوران هخامنشی برجای مانده است، داریوش اول از اهورامزدا می‌خواهد ایران را از قحطی و خشکسالی محفوظ نگه دارد (سیاهپوش، ۱۳۵۲ : ۱۰). با ظهور اقلیم شناسی هم‌دید، پدیده‌هایی مانند خشکسالی در سال ۱۹۷۰ در ساحل عاج مورد مطالعه قرار گرفت (خوش اخلاق، ۱۳۷۷: ۵). از مهمترین کارهایی که در این زمینه از دهه‌ی ۱۹۶۰ به بعد انجام شده است، می‌توان کار مهم پالمر (فرج زاده ، ۱۳۷۴: ۴) را نام برد. پالمر، از نخستین کسانی است که به طور علمی با استفاده از قوانین فیزیکی و ریاضی، خشکسالی را مورد بررسی قرار داد. وی با انتشار گزارشی با عنوان: "خشکسالی هواشناسی" روش خود را، که متکی بر داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی بود، معرّفی کرد. پس از وی مطالعات مایس (۶۷- ۱۹۶۶) آب و هواشناس معروف در خصوص خشکسالی‌های شمال شرق آمریکا در دهه‌ی ۱۹۶۰ قابل توجه است (خوش اخلاق ، ۱۳۷۷: ۵). اما بررسی پدیده‌ی خشکسالی در ایران از سابقه‌ی کمتری برخوردار است؛ از آن جمله می‌توان به کتاب "آب و هوای باستانی فلات ایران" اشاره کرد، که در آن به طور پراکنده از دوره‌های بارانی و غیر بارانی و تأثیر آن‌ها بر خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، سخن رفته است. کتاب "خشکسالی و راههای مقابله‌ی با آن" در ایران نیز از جمله کتبی است که در این زمینه نگاشته شده و دارای جنبه‌ی توصیفی می‌باشد. کتاب "مدیریت ریسک خشکسالی" منبع دیگری به شمار می‌رود که در سال ۱۳۸۴ انتشار یافته و علل پیدایش و راهکارهای عملی در ارتباط با خشکسالی را ارائه می‌دهد. در دهه‌ی اخیر، چند رساله و پایان نامه نیز در خصوص خشکسالی در ایران نوشته شده است که می‌توانند در باب تحقیق موضوع خشکسالی مفید واقع شوند.

روش تحقیق:

در این نوشتار، از آمار بارش ایستگاه‌های خراسان استفاده شده است. از مجموع هفده ایستگاه خراسان، چهار ایستگاه به دلیل نبود آمار زیاد از محاسبات حذف شد و آمار سیزده ایستگاه باقی‌مانده دارای دوره‌ی آماری نوزده ساله (۸۴- ۱۳۶۶) مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از نرم افزار DPI[1] و روش دهک‌ها،

---

[1]. Drought propitiation index

خشکسالی ماهانه‌ی آن از مهر تا خرداد مشخص گردید ، و سپس بر اساس جدول زیر براساس شدّت خشکسالی مورد طبقه بندی قرار گرفت.

جدول۱: طبقه‌بندی شاخص خشکسالی به روش دهک‌ها

شاخص دهک	شدّت خشکسالی
۱	خشکسالی جزئی
۲	خشکسالی متوسّط
۳	خشکسالی شدید
۴	خشکسالی خیلی شدید

سپس خشکسالی انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفت و نقشه‌های تراز ۵۰۰، ۸۵۰و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین ماهانه‌ی آن‌ها فراهم گردید. ماههای خشک ناشی از عملکرد واچرخند سطوح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین بود، مشخص شدند و با استفاده از نقشه‌های آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین پایداری و ناپایداری هوا مورد توجه قرار گرفت. نمونه‌هایی از ماه‌های خشک در پهنه‌ی خراسان به همراه تصاویر آن در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار می گیرند.

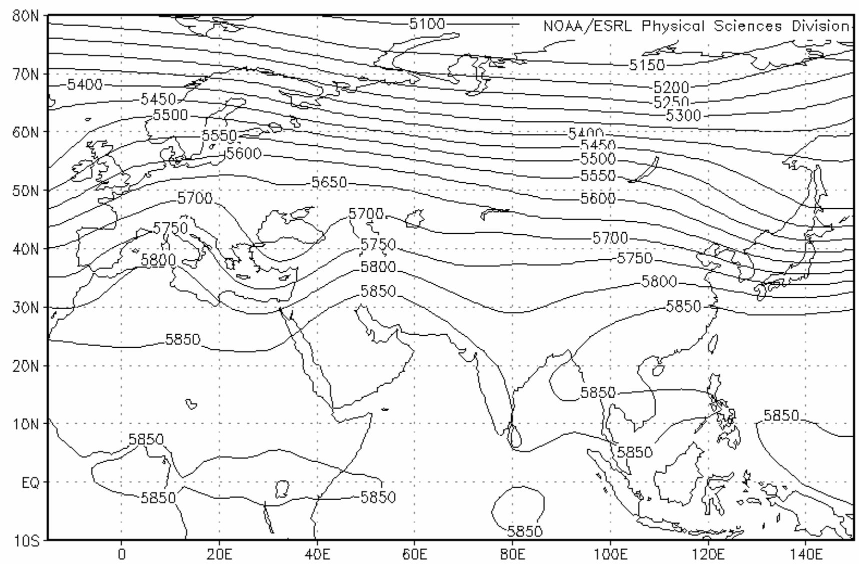
بحث اصلی

بادهای غربی که در منطقه‌ی برون حارّه جریان دارند، به دلیل ثابت بودن مقدار چرخند گی مطلق در طول مسیر جریان دارای حرکت موجی هستند که بر اثر حرکت موجی شکل "چرخند" و "واچرخند" را به وجود می‌آورند. واچرخند بادهای غربی باعث عمل هم گرایی سطح بالا و افزایش تدریجی چرخند گی شده که مساحت توده هوا کاهش و سپس منقبض می‌شود. بر اثر این هم گرایی سطح بالا ، هوا به طرف پایین نزول می کند و روند حرکت رو به بالای توده‌ی مرطوب را قطع کرده و موجب کاهش یا فقدان بارش می‌شود. فرایند فرونشینی هوا، به واسطه‌ی افزایش دمای هوای مرطوب، کاهش رطوبت نسبی را مهیا می‌سازد و پدیده‌ی خشکسالی فراگیر را به وجود می‌آورد. برای رعایت اختصار به ذکر سه الگوی ماهانه‌ی خشکسالی، با توجه به

تصاویر ماهانه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین پرداخته و علّت وقوع خشکسالی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

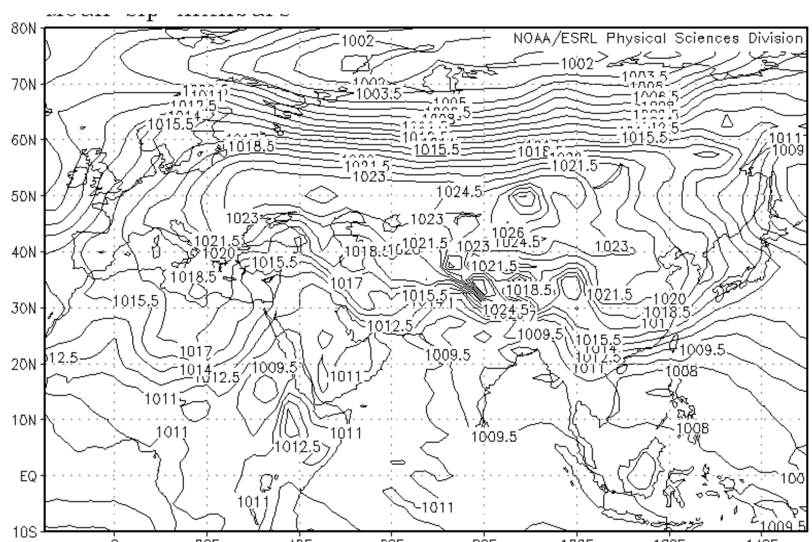
اکتبر سال ۱۹۸۸

در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال، واچرخند بادهای غربی فضای خراسان را فراگرفته است که باعث نزولی شدن هوا می‌شود و سبب واگرایی هوا در سطح زمین گردیده است، آنومالی آن ۶۰- متر است و روند صعودی هوای مرطوب رامتوقف نموده است (تصویر ۱).



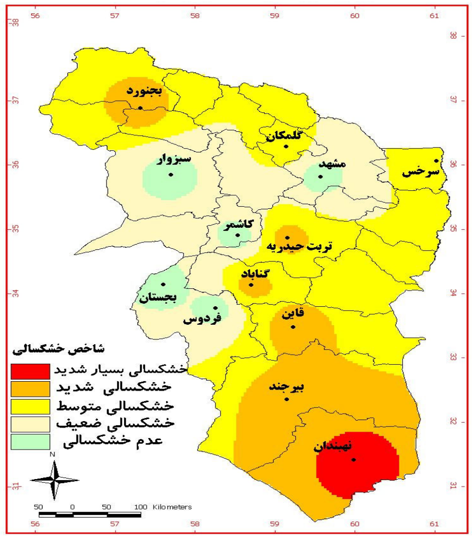
تصویر ۱. تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال بادهای غربی، اکتبر ۱۹۸۸.

در سطح زمین، پرفشار سیبری تقویت پیدا کرده و فشار مرکزی آن به بیش از ۱۰۲۵ هکتوپاسکال رسیده است، که زبانه ای از آن وارد خراسان شده و هم‌فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال را گسترش داده، آنومالی آن ۲۰- متر و شرایط پایداری را در هوای سطح زمین فراهم نموده است. پرفشار سیبری به سمت مدیترانه گسترده شد و با پرفشار جنب حارّه ای، که از روی عربستان به سمت شمال گسترده شده، ارتباط پیدا کرده است (تصویر۲).



تصویر ۲. نقشه‌ی سطح زمین پرفشارسیبیری، اکتبر ۱۹۸۸.

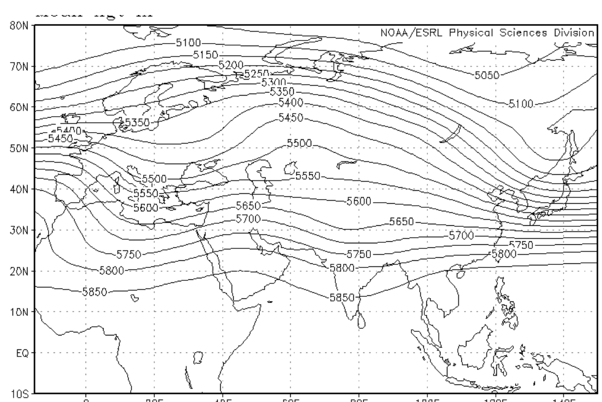
پشته ای روی عراق و ترکیه به وجود آمده، که مانع نفوذ رطوبت دریای مدیترانه و یا دریای سرخ به داخل خراسان شده است. نزول هوا در واچرخند بادهای غربی ، استقرار زبانه‌ی پرفشار روی زمین خراسان و تقویت آن توسط فراز بادها به غلبه‌ی شرایط پایدار هوای زمین و تشکیل پشته در محدوده‌ی عراق و ترکیه انجامیده و مانع نفوذ رطوبت به‌داخل خراسان شده است و پدیده‌ی خشکسالی این ماه را رقم زده است. حدود ۶۱/۵ درصد از قلمرو خراسان تحت پدیده‌ی خشکسالی قرار گرفته، که ۱۵/۴ وسعت آن دارای خشکسالی شدید ، ۳۸/۵ درصد تحت پوشش خشکسالی متوسط و ۷/۶ درصد باقی‌مانده وسعت دچار خشکسالی جزئی شده‌اند و در مجموع ۳۸/۵ درصد از وسعت خراسان از بارش کافی بهره‌مند گردیده است (تصویر ۳).



تصویر۳. پهنه‌بندی خشکسالی خراسان، اکتبر ۱۹۸۸.

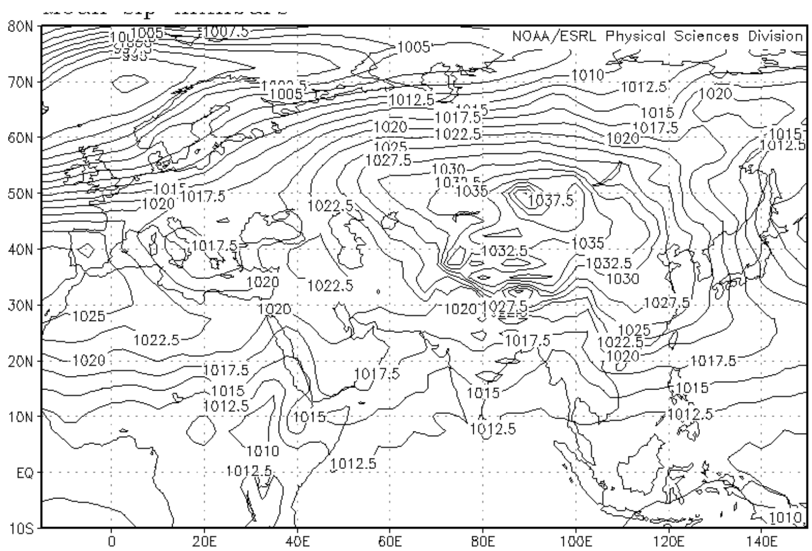
ژانویه

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال واچرخند بادهای غربی محدوده‌ی فضای خراسان را فرا گرفته و دارای آنومـالی ۹۰ متر است که هوا را نزولی نموده و شرایط پایداری در لایه‌ی میانی و فوقانی جو به وجود آمده است (تصویر ۴).



تصویر۴. تراز ۵۰۰ هکتوپا سکا ل بادهای غربی ژانویه۱۹۹۵

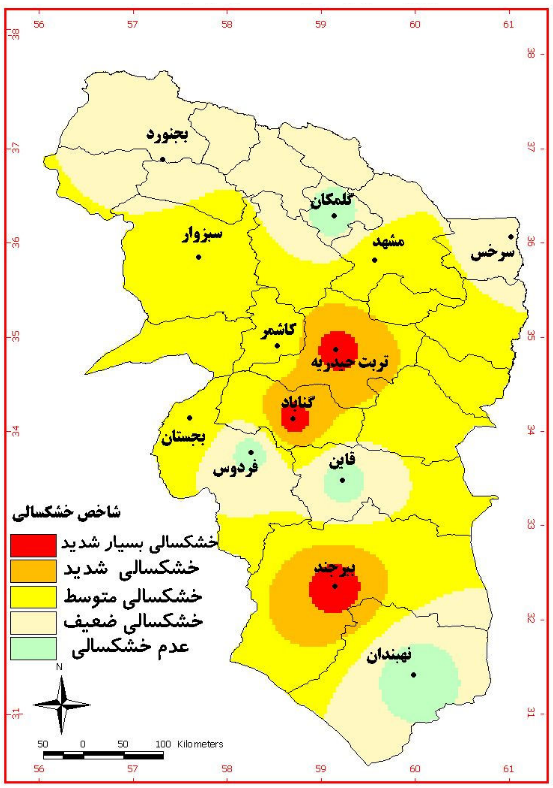
ولی در نقشه‌ی سطح زمین فشار مرکزی پر فشار سیبری افزایش یافته و به ۱۰۳۷/۵ هکتوپاسکال می‌رسد که زبانه‌ی هم فشار ۱۰۲۵ هکتوپاسکالی آن روی سطح زمین خراسان گسترده شد و آنومالی آن ۶۰- متر است (تصویر ۵).



تصویر۵. نقشه‌ی سطح زمین پرفشارسیبری، ژانویه‌ی ۱۹۹۵.

پایداری، هوای سطح زمین را تقویت نموده است. زبانه‌ی پرفشار سیبری تا روی دریای مدیترانه گسترده شده ، و هم فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال محدوده‌ی دریای مدیترانه فرا گرفته که چرخند ضعیفی را به وجود آورده است و کم فشار نسبتاً عمیقی روی خشکی شمال آفریقا به وجود آمده که امتداد آن روی خراسان به واچرخند تبدیل شده است، لذا زبانه‌ی کم فشار سودانی محدوده تراز در وضعیّت عادی بوده و تأثیری روی خراسان نداشته است. کم فشار ایسلند قویتر از حالت عادی شده و در شمال اقیانوس اطلس فعّال بوده و تأثیری روی دریای مدیترانه و ایران نداشته است. علی رغم ضعف پرفشار آزور به دلیل جابه‌جایی به جنوب با پرفشار سیبری ارتباط محسوسی پیدا کرده و کمربندی از آزور تا سیبری ایجاد شده است، که مانع ورود رطوبت دریای مدیترانه به داخل خراسان شده است. گرچه بخشی از رطوبت دریای سرخ به خراسان انتقال پیدا کرده،

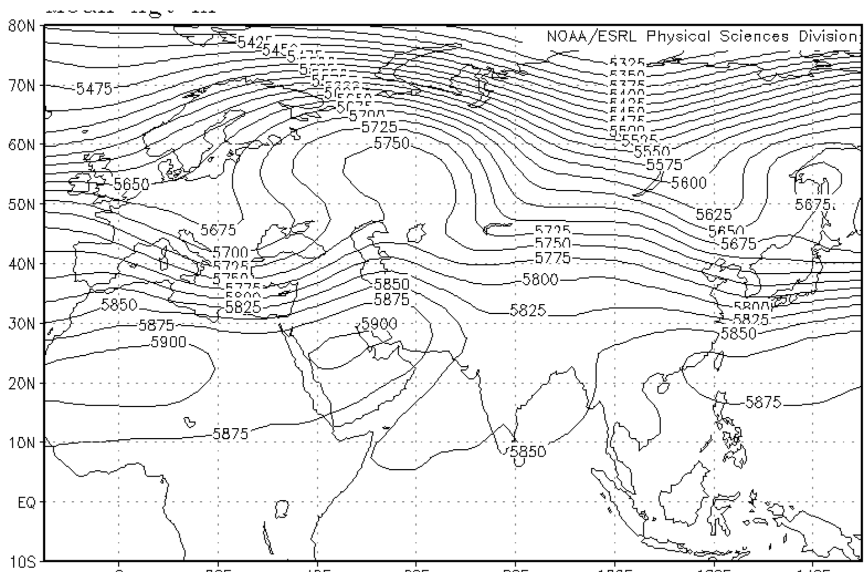
ولی به دلیل پایداری هوای سطح زمین و سطح میانی جوّ خراسان شرایط صعود جهت هوای مرطوب فـراهم نگردیده که کاهش بارش را به دنبال دارد و زمینه‌ی خشکسالی فراگیر در این ماه فراهم آمده است. نزدیک بـه ۶۹/۲ درصد از وسعت خراسان در قلمروی خشکسالی قـرار گرفتـه کـه ۱۵/۴ درصـد از آن دچـار خشکـسالی خیلی شدید ، ۳۰/۷ درصد دارای خشکسالی شـدید و ۲۳/۱ درصـد بـاقی‌مانـده وسـعت در قلمـرو خشکـسالی جزئی واقع شده و حدود ۳۰/۸ درصد وسعت خراسان از بارش کافی بهره برده و دچار خشکسالی نـشده اسـت (تصویر۶).



تصویر۶. پهنه بندی خشکسالی خراسان، ژانویه۱۹۹۵

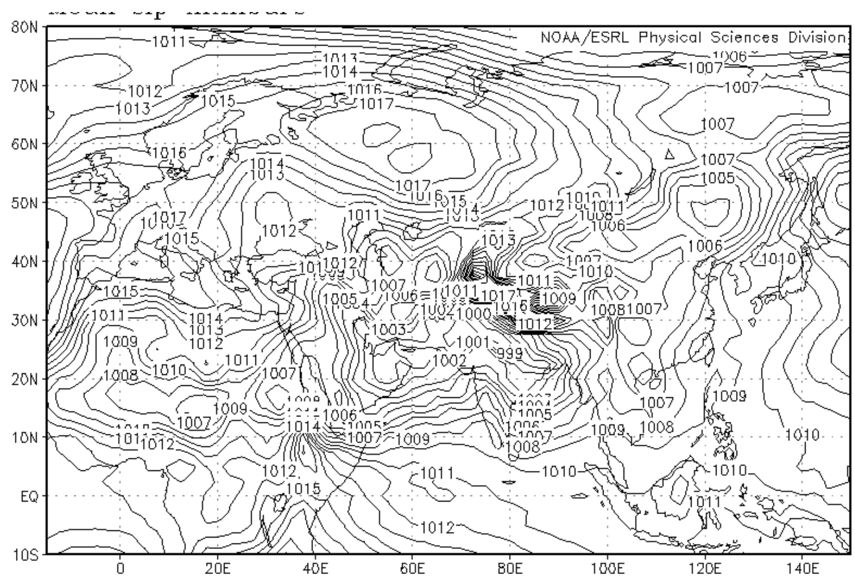
ژوئن ۱۹۸۹

در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال امتداد فرود کم عمق مدیترانه‌ی مرکزی واچرخندی را بر فضای ایـران از جملـه در خراسان به وجود آورده است که واچرخند مزبور فرابـار مـانع شـمال دریـای خـزر را تـشکیل داده، گرچـه آنومالی بادهای غربی ۹۰- متر است ولی فرابار مانع که از نوع امگاست، حرکت نزولی یـک نواخـت هـوا بـه دنبال داشته که جریان واشاری را سبب شده است (تصویر ۷).



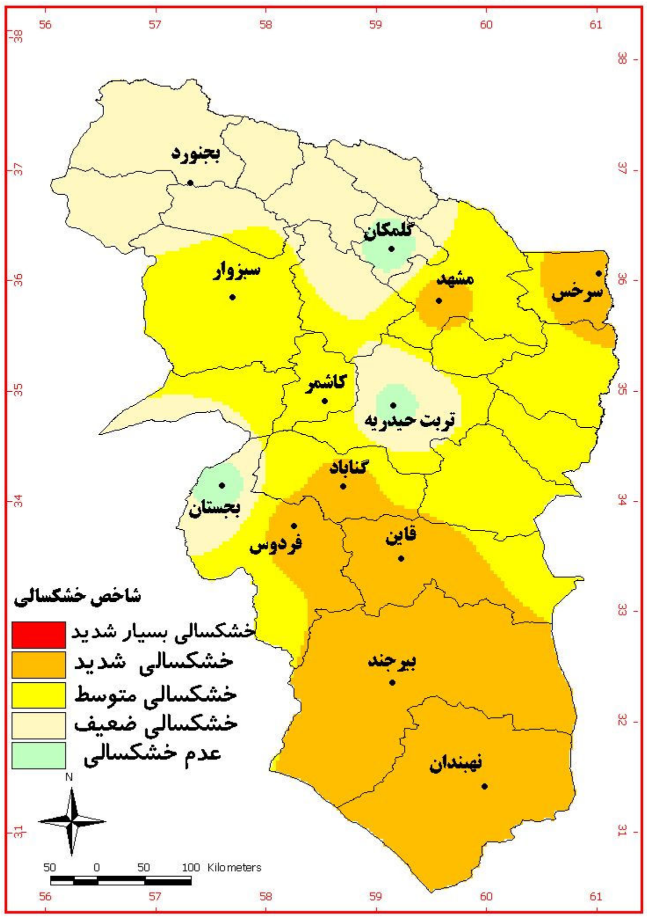
تصویر۷. تراز ۵۰۰ هکتوپاسکا ل بادهای غربی، ژوئن ۱۹۸۹.

در نقشه‌ی سطح زمین پرفشار سیبری تضعیف شده به مدار ۵۵ درجه واقع در شمال دریای خزر انتقال یافتـه است، پرفشار جنب حارّه‌ای تقویت یافته و از روی عربستان تا شـمال خراسـان گـسترده شـده و در ارتفـاع سـه کیلومتری سطح زمین مستقر و حرکت هوا را نزولی نموده است (تصویر ۸).



تصویر۸. نقشه‌ی سطح زمین پرفشارسیبری، ژوئن ۱۹۸۹.

با توجه به تشکیل فرابار مانع شمال دریای خزر که ادامه‌ی آن به شمال شرق دریای مدیترانه رسیده، موجب عدم انتقال رطوبت به محدوده‌ی خراسان گردیده است. در مجموع واچرخند سطح بالا و میانی جو و نزولی شدن جریان هوا و عدم انتقال رطوبت کافی به داخل خراسان و جابه جایی جبهه‌ی قطبی به سمت مدار بالا از عمده ترین دلایل خشکسالی این ماه قلمداد می‌شوند و نزدیک ۸۴/۶ درصد از وسعت خراسان در قلمرو خشکسالی واقع شده که ۷/۶ درصد آن دارای خشکسالی بسیار شدید، ۲۳ درصد از وسعت خراسان دچار خشکسالی شدید، ۵۴ درصد دیگر از قلمرو آن تحت پوشش خشکسالی متوسط قرارگرفته‌اند و ۱۵/۴ درصد از باقی‌مانده وسعت خراسان از بارش کافی برخوردار بوده و دچار پدیده‌ی خشکی نگردیده است. (تصویر ۹).



تصویر۹.پهنه بند ی خشکسا لی خراسا ن، ژوئن۱۹۸۹.

با توجه به عملکرد واچرخندها در خشکسالی ماهانه‌ی خراسان می‌توان گفت که حدود ۶۱/۶ درصد از ماههای کم بارش یا بدون بارش طیّ دوره‌ی آماری ناشی از فعّالیّت واچرخندهاست که سه نوع واچرخند در وقوع خشکسالی خراسان مؤثّر هستند و شامل پر فشار سیبری که نزدیک به ۴۳/۲ درصد از پدیده‌ی خشکسالی

حاصل فعّالیّت آن می‌باشد. فراز بادهای غربی که حدود ۲۹/۷ درصد از خشکسالی‌های ماهانه‌ی خراسان ناشی از فعّالیّت آن است و پرفشار جنب حارّه‌ای آزور که ۲۷/۱ درصد از خشکسالی‌های ماهانه‌ی خراسان بجز فصل تابستان را سبب شده است.

نتیجه‌گیری

وقوع خشکسالی ماهانه‌ی خراسان، ناشی از تشدید فعّالیّت و افزایش فشار فرا بار سیبری و پرفشار جنب حارّه‌ای آزور و ادغام آن‌ها در خاورمیانه (در سطح زمین) است که با گسترش به شمال پرفشار آزور در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال و ایجاد پشته در بین النهرین و غرب کشور جریانات شمال غربی و نهایتاً دوره‌ی خشکسالی در خراسان برقرار می‌شود. عملکرد آن بدین صورت است که پرفشار آزور به سمت شرق و شمال شرق جا به جا شده و با نزدیک شدن آن به غرب اروپا و آفریقا و گسترش پرفشار سیبری به غرب و خاورمیانه، زمینه‌ی آغاز دوره‌ی خشکسالی فراهم می‌شود. باارتباط بین دو پرفشار مذکور از طریق عرض‌های میانی کمربند پرفشار روی ایران، از جمله خراسان، گسترش می‌یابد که در این خصوص پرفشارهای مانع اورال و دریاچه‌ی آرال، ساز وکار مزبور را تسهیل می‌نماید. کم فشارهای سودان(دریای سرخ)، مدیترانه‌ی شرقی و ایسلند در طول دوره‌های خشک، فعّالیّت ضعیف‌تری داشته و متقابلاً مرکز و غرب دریای مدیترانه ، اطلس و شرق اسکاندیناوی به طور نسبی قویتر می‌شود. (بداق جمالی، ۱۳۸۴: ۲۷۷).

منابع و مآخذ

۱. احمدیان، محمدعلی(۱۳۷۴)، *جغرافیای شهرستان بیرجند*، انتشارات آستان قدس.

۲. بداق جمالی، جواد و همکاران(۱۳۸۴)، *مدیریت ریسک خشکسالی*، سخن گستر.

۳. خوش‌اخلاق ، فرامرز(۱۳۷۷) رساله‌ی دکتری، *«تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی»*، دانشگاه تبریز.

۴. صادقی، سلیمان(۱۳۷۳) ، *جغرافیای شهرستان بجنورد*، آستان قدس.

۵. علیجانی، بهلول و کاویانی، محمّدرضا(۱۳۷۲)، *مبانی آب و هواشناسی*، سازمان سمت.

۶. علیجانی، بهلول(۱۳۸۱)، *اقلیم شناسی سینوپتیک*، سازمان سمت.

۷. فرجزاده اصل، منوچهر(۱۳۷۴)، رساله‌ی دکتری *«تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی در ایران»*، دانشگاه تربیت بدنی مدرس.

۸. کردوانی، پرویز(۱۳۸۰)، *خشکسالی و راه‌های مقابله باآن درایران* ، دانشگاه تهران.

۹. مسعودیان ، ابوالفضل(۱۳۸۵) (مترجم)، *اقلیم شناسی هم‌دید*، دانشگاه اصفهان.

۱۰. وزارت آموزش و پرورش(۱۳۸۷)، *جغرافیای استان خراسان*، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

۱۱. Alpert and B.U. Neeman ۱۹۹۰, *intermonthly vatiability of cyclone tracks in the mediteraneon*, Journal climate Vol ۳, P۱۴۷۴-۱۴۷۸.

۱۲. Landsberg. H.E. ۱۹۸۲, *climaticapects of drought bull Ameri-meteo soci*, p ۵۹۳_۵۹۵.

۱۳. Michal. A. Crimmins, ۲۰۰۵, *Synoptic climatology of exteme fire- weather- conditions across the south west united states*. International Journal of climatology.

۱۴. Namias, J. ۱۹۶۶, *Natureand possible causes of the north eastern united stated during ۱۹۶۲-۶۵*, month, weather review Vol.۹۴ No (۹).P ۵۴۳-۵۵۴).

۱۵. Namias J. ۱۹۸۲, "*Some causes of united states drought Journal of climate and applied meteorology*" Vol. ۲۲.

۱۶. Palmet. T. N. and C.B rankovic ۱۹۸۹, the ۱۹۸۸ U.S. *a drought linked to anomaloussea surface temperature*, nature Vol. ۳۳۸. P ۵۴-۵۷.

مشخصات نویسندگان:

سلیمان صادقی، دانشجوی دوره دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران.

دکتر بهلول علیجانی، استاد گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.

دکتر محمد سلیقه، استادیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.

دکتر مجید حبیبی نوخندان، عضو هیأت علمی و استادیار پژوهشکده اقلیم شناسی و رئیس سازمان هواشناسی خراسان رضوی.

دکتر منیژه قهرودی تالی، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.